

ЯК УНИКНУТИ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ 3D-ДРУЦІ*НТУ «Дніпровська політехніка»***Луценко Д.І.****Науковий керівник: к.т.н. доц. Дербаба В.А.**

Метод 3D-друку став невід'ємною складовою сучасної промисловості і є найперспективнішою технологією останніх десятиліть. Сьогоднішні апарати здатні створювати найскладніші об'єкти, які не відрізняються від реальних. Можливості 3D-друку практично безмежні – обладнання може друкувати металеві, пластикові, керамічні, харчові вироби будь-якої форми, складності та міцності. Завдяки цьому 3D принтери набули широкого використання в таких галузях: медицина, аерокосмічна індустрія, машинобудування, виготовлення одягу та взуття, та інше. Але коли ми переходимо до створення моделі на 3D принтері, то стикаємося з проблемою виникнення різних деформацій.

Якщо сопло наповзає на пластину або знаходиться дуже близько до неї, то пластик не матиме місця для виходу. У кращому разі ми побачимо дуже легкий прозорий наліт, ледь помітний для ока. Щоб уникнути цієї проблеми, просто опустіть пластину, залишивши місце для листа паперу. А якщо сопло знаходиться далеко від платформи, то матеріал встигає затвердіти ще до того, як зіткнеться з поверхнею, і через це зчеплення першого шару і платформи може бути дуже слабким. Ця проблема вирішується експериментальним шляхом: якщо вашу модель зриває з платформи, то зменшуйте початкову висоту сопла невеликими кроками. Якщо платформа підігривається, то має сенс провести калібрування в нагрітому стані, для більш точнішого налаштування.

Одна з найбільших проблем у 3D-друку, що викликає загорання країв (рис.1) або зсув напівроздрукованого виробу.

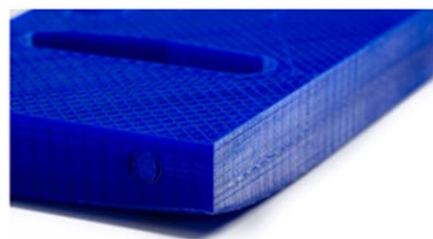


Рис.1 Деформація загорання країв

Вирішується тільки індивідуально, методом підбору придатного зчеплення для робочої поверхні, наприклад:

- адгезивні технічні аерозолі (Tesa 60023, 3M Scotch-Weld 75, UHU 3-in-1);
- плівкові матеріали, що наклеюються на робочу поверхню.

Найчастіше це термостійкі поліамідні плівки або підкладки з клейовим шаром. Крім того, сама по собі температура покращує адгезію та необхідна для адгезії нитки ABS та інших пластикових ниток. Це пов'язано з тим, що

пластикові полімери мають тенденцію зменшуватися при охолодженні. Рекомендована температура для запобігання повному або частковому від'єднанню відбитків ABS від пластини становить близько 100°C. Навіть завантажені PLA або PLA філаменти виграють в адгезії від підвищення температури, хоча в цьому випадку може бути достатньо 50-60°C.

Щоб підвищити зчеплення з платформою і дати шарам додатковий час на рівномірне охолодження може знадобитися уповільнення процесу друку. Це особливо важливо при роботі з PLA, бо полілактид досить довго остигає, і нижні шари можуть бути деформовані під тиском верхніх шарів(рис.2), якщо вони не встигнуть пройти точку склування.

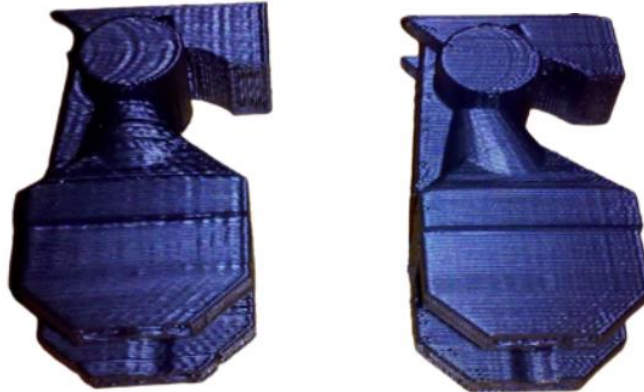


Рис.2 При різних параметрах швидкості друку відрізняється якість готового виробу

Також, через занадто високу швидкість при різкому повороті сопла виникає вібрація, яка спотворює гладку поверхню матеріалу.

Якщо параметри видавлювання матеріалу неправильно налаштовані, на повер-хні виробу утворюються складки зайвого пластику або навпаки – з'являються незаповнені порожнечі. Така проблема виникає зазвичай у двох випадках:

- неправильно підібраний коефіцієнт екструдуювання;
- неправильні налаштування діаметра пластикової нитки або використання матеріалу невідповідного діаметра.

Щоб уникнути проблеми, потрібно переконатися, що всі параметри друку задані правильно і зробити пробний зразок.

Акуратний вигляд дрібних деталей безпосередньо пов'язаний із діаметром сопла. Щоб уникнути деформації, ширина екструдуювання повинна дорівнювати або бути більшою, ніж діаметр сопла. При роботі з невеликими виробами обов'язково слід дивитися попередню візуалізацію моделі на комп'ютері. Варіантів рішення два:

- змінити дизайн об'єкта, збільшивши розмір дрібних деталей
- підібрати сопло меншого діаметра.

Модель може бути гомогенною (суцільний шматок пластику), порожнистою (стілки зовні, зовсім нічого всередині), або полегшеною (на вигляд цілісна, а всередині наповнена пластиковою сіткою або сотами)(рис.3).

Останній варіант має масу переваг. Тут і економія матеріалів у порівнянні з цілісними моделями, хороша міцність у порівнянні з крихкими порожніми моделями і знижена ймовірність деформації. Чим більша поверхня шару, що стикається (тобто злипається) з платформою, і менше обсяг пластику в наступних шарах, тим менша ймовірність закручування нижнього шару при усадці верхніх.



Рис.3 Різні ступені щільності

Перелік посилань

1. <https://support.ultimaker.com/hc/en-us/articles/360012113239-How-to-fix-warping>
2. <https://www.easy3dhome.com/layer-shift/>
3. <https://www.easy3dhome.com/lack-extrusion/>
4. <https://daloto.ru/poleznye-materialy/kak-izbezhat-deformatsii-pri-3d-pechati>
5. <https://3dtoday.ru/wiki/deformation>
6. <https://3ddevice.com.ua/faq-voprosy-i-otvety-o-3d-printerakh/sfera-primeneniia-3d-printerov/>